

L3: Entry 7 of 7

File: DWPI

Mar 22, 1985

DERWENT-ACC-NO: 1985-107244

DERWENT-WEEK: 198518

COPYRIGHT 2003 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Semiconductor pressure-electricity converter pressure sensitive pellet - comprises thin diaphragm, distortion resistance gauge and stage with hole cemented oxide film NoAbstract Dwg 1/1

PRIORITY-DATA: 1983JP-0159275 (August 31, 1983), 1990JP-0404812 (August 31, 1983)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
JP <u>60050970</u> A	March 22, 1985		009	
JP 05095122 A	April 16, 1993		004	H01L029/84

INT-CL (IPC): G01L 9/04; H01L 29/84



(19)

JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number

60050970 A

(43) Date of publication of application: 22.03.85

(51) Int. Cl

H01L 29/84

// G01L 9/04

(21) Application number: 58159275

(22) Date of filing: 31.08.83

(71) Applicant:

TOSHIBA CORP

(72) Inventor:

SHINPO MASARU
FUKUDA KIYOSHI
TANZAWA KATSUJIRO
SHIROMIZU SHUNJI

(54) SEMICONDUCTOR PRESSURE CONVERTER

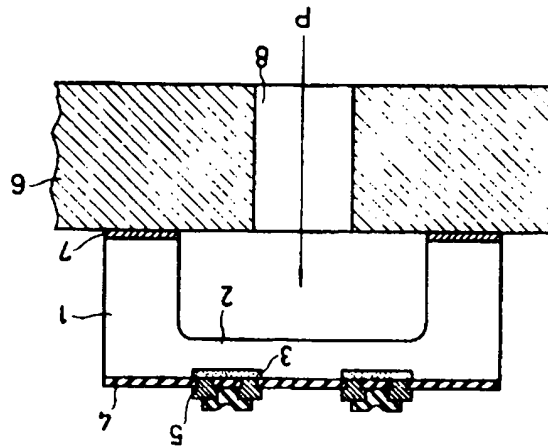
(57) Abstract:

PURPOSE: To obtain a semiconductor pressure converter which has small remaining stress and good temperature characteristic and static pressure characteristic by employing Si of the same material as a pressure sensitive pellet as a base for fixing the pellet, mirror-polishing the bonding surface, and interposing only an oxidized film on the polished surface to directly bond them.

CONSTITUTION: A P type layer 3 for coupling in a bridge later is diffused and formed on a front surface layer of a both-side-polished N type Si substrate 1 as an electrostrictive resistance gauge, an insulating film 4 is covered on the overall surface, a hole is opened, and aluminum electrode wirings 5 are mounted on the layer 3. Then, with a PSG protective film of the prescribed shape as a mask it is etched to open a recess at the substrate 1 of the lower surface of the layer 3, and a thin diaphragm surface 2 which includes the layer 3 is formed at the remaining substrate 1. Subsequently, the lower surface of the substrate 1 for holding the diaphragm surface 2 is secured to the base 6. At this time, the same Si as the substrate 1 is used for the base 6, and

the securing surface is mirror-polished, and thermally press-bonded integrally while interposing an SiO₂ film 7.

COPYRIGHT: (C)1985,JPO&Japio



⑫ 特許公報(B2)

平5-46086

⑮ Int. Cl.³
H 01 L 21/02
29/84

識別記号 庁内整理番号
Z 8518-4M
A 8518-4M

⑭ 公告 平成5年(1993)7月13日

発明の数 1 (全4頁)

⑯ 発明の名称 半導体基板の接合方法

審判 平2-20828

⑰ 特願 昭58-159275

⑱ 公開 昭60-50970

⑲ 出願 昭58(1983)8月31日

⑳ 昭60(1985)3月22日

⑳ 発明者 新保 優 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 東京芝浦電気株式会社総合研究所内

㉑ 発明者 福田 潔 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 東京芝浦電気株式会社総合研究所内

㉒ 発明者 丹沢 勝二郎 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 東京芝浦電気株式会社総合研究所内

㉓ 発明者 白水 俊次 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 東京芝浦電気株式会社総合研究所内

㉔ 出願人 株式会社東芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

㉕ 代理人 弁理士 則近 憲佑

審判の合議体 審判長 遠藤 政明 審判官 今野 朗 審判官 河田 祥志

㉖ 参考文献 特開 昭57-10980(JP, A) 特開 昭54-51388(JP, A)

特開 昭54-116888(JP, A) 特開 昭57-148378(JP, A)

1

㉗ 特許請求の範囲

1 2つのシリコン基板の各接合面をそれぞれ鏡面研磨し、この鏡面研磨された少なくとも一方の接合面に鏡面状態の酸化膜を形成した後、前記接合面にOH基を形成し、前記接合面間に実質的に異物が介在することなく相互に接触させて接合した後、外力による加圧を行なうことなく、200℃以上かつ1200℃未満の条件で加熱処理してなることを特徴とする半導体基板の接合方法。

2 前記酸化膜の膜厚が5μm以下であることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の半導体基板の接合方法。

発明の詳細な説明

〔発明の技術分野〕

本発明は、半導体基板の接合方法に関し、例えば半導体結晶の肉薄ダイアフラム面に起歪抵抗ゲージを形成した感圧ベレットを基台に強固に結合した構造の半導体圧力変換器を実現する方法に用いられる。

2

〔発明の技術的背景とその問題点〕

流体圧力を検出する圧力変換器として、半導体のピエゾ効果を利用したものが実用化されている。この種の半導体圧力変換器は、その基本構造を図に示すように、例えばシリコン(Si)からなる半導体単結晶板1の中央部に、圧力に感応する肉薄ダイアフラム面2を形成しこの肉薄ダイアフラム面2の一方に基板(半導体単結晶板)1とは逆導電性の拡散抵抗層3を形成し、これを起歪抵抗ゲージとしている。そして、前記基板1の表面に設けられたSiO₂絶縁膜4に窓部を設け、この窓部を介して前記起歪抵抗ゲージ3に対するアルミニウム等の電極配線5を形成している。しかし、このように形成された感圧ベレットは、前記基板1の周辺肉厚部を基台6に接着剤7等を用いて固定され、上記基台6の中央部に設けられた圧力導入孔8を介して導入された圧力Pに感応するものとなっている。

しかして、前記起歪抵抗ゲージ3は、前記圧力

Pによつて歪を生じるダイヤフラムにより抵抗値変化を示し、この抵抗値変化は前記起歪抵抗ゲージを含んで構成されるフルブリッジ回路等により検出される。これにより、例えば微弱な圧力変化をも高感度に検出されるようになっている。

ところで、このような半導体圧力変換器は上述したようにダイヤフラムに生じた歪によつて微弱な圧力を高感度に検出するものであるから、当然、感圧ベレットに加わる残留応力やその温度変化が問題となる。この為には基台6に固定される感圧ベレットに応力が加わらないように、その基台6および接着剤7についても半導体結晶板1であるシリコンとの熱膨脹を整合させる必要がある。そこで従来、前記基台6として感圧ベレットと同じ材料であるシリコンを用いることが考えられている。然し乍ら接着剤7としては、例えば金・シリコンの共晶や低融点半田ガラスを用いざるを得ないので、これらの高膨脹率の材料に起因する残留応力を除去することができないと言う問題があった。

これに対して最近では、ホウケイ酸ガラスにて前記基台6を構成し、感圧ベレットとの接合を高温加熱、或いは電圧印加することで前記接着剤7を用いることなく行うことが試みられている。このような手段によれば、上記ガラスの種類を適当に選ぶことで、広い温度範囲で前記熱膨脹の整合を図ることが可能となる。然し乍ら、この種の半導体圧力変換器は静圧下で用いられることが多く、この場合前記シリコンとガラスとの接合体では、両者の圧縮率が一桁以上異なるために不均等な変形が発生し、この結果前記感圧ベレット部に応力が加わる。この応力は前記ブリッジ回路の零点変動として現われ、半導体圧力変換器の使用上大きな問題となる。

〔発明の目的〕

本発明はこのような事情を考慮してなされたもので、その目的とするところは、2つの半導体基板を相互に接合することができ、例えば残留応力が小さく、しかも温度特性及び静圧特性の良好な半導体圧力変換器の製造に応用することができる接合方法を提供することにある。

〔発明の概要〕

本発明は、2つのシリコン基板の各接合面をそれぞれ鏡面研磨し、この鏡面研磨された少なくと

も一方の接合面に鏡面状態の酸化膜を形成した後、前記接合面にOH基を形成し、前記接合面間に実質的に異物が介在することなく相互に接触させて接合した後、外力による加圧を行なうことな

く、200℃以上かつ1200℃未満の条件で加熱処理してなる半導体基板の接合方法である。例えば、感圧ベレットを固定する基台として上記感圧ベレットと同じ材料であるシリコンを用い、その接合面をそれぞれ鏡面研磨し、これらの研磨接合面間に薄い酸化膜だけを介在させて上記感圧ベレットと基台とを直接接合したものである。

〔発明の効果〕

かくして本発明によれば、鏡面研磨し、OH基を形成した半導体基板を単に密着させるだけで半導体基板の破壊を招くことなしにその引離しを困難とする程度に上記半導体基板を強固に接合することができる。従つて、本発明を半導体圧力変換器の製造に適用すれば、例えばシリコン酸化膜が感圧ベレットと基台との接着層として有効に作用して前記感圧ベレットと基台とを強固に接合する。即ち、鏡面研磨された前記感圧ベレットと基台の各接合面をそれぞれ清浄化し、その面に薄い酸化を形成し、これらの間にゴミ等の異物を介在させることなく上記両者を接触させて接合するので、接着剤に起因する問題のない、特性の良好な半導体圧力変換器を得ることができる。また、上記酸化膜の厚みを1μm程度と十分に薄くすることによつて半導体圧力変換器の静圧特性や温度特性等を十分に高いものとすることができる。従つて各種用途に用いられる半導体圧力変換器として実用上多大な効果が奏せられる。

〔発明の実施例〕

以下、本発明の実施例につき説明する。

本発明は感圧ベレットや基台と同じ構成材料である酸化で上記感圧ベレットと基台とを接合したものであるが、このようにして酸化膜を介在させるだけでシリコン同士が接合する原因の詳細は不明である。然し乍ら、ガラスとガラスとを接触させたとき、そのガラス面が十分に清浄であれば摩擦係数が非常に大きくなり、上記ガラスの破壊なしには両者を引離すことができない程度に強く結合することは良く知られている。また、シリコン酸化膜もガラスの一種であり、シリコンの清浄面には短時間で自然酸化膜の層が形成されることも

知られている。従つてこのような酸化膜を介在させたシリコン同士の接合にあつても、上記ガラス同士の接合同様な現象が生じるものと考えられる。然し乍ら、このシリコン同士の接合の場合、実際に極く僅かな油分等のよごれがその表面に存在するだけに上記接合ができなくなり、また接合面が平滑でなかつたり、接合面間に僅かなゴミ等が存在するだけで接合ができなくなる。

このように上記酸化膜はシリコン間の接合に必要な要素であり、この酸化膜は例えば熱酸化法化学蒸着法、スパッタリング法等の物理蒸着法によつて形成することができる。しかし、前記シリコン間の接合を為すには酸化膜形成後の接合面表面が鏡面であることが必要であり、鏡面研磨後のシリコン基板に熱酸化膜を形成した場合は鏡面状態が維持されるが、必要に応じ酸化膜形成後に研磨処理を施す必要がある。例えば不適切に条件設定された化学蒸着法で酸化膜を形成した結果、その酸化膜に $0.2\mu\text{m}$ 程度のクラスタが存在するだけで上記シリコン間の接合が困難になる。

このようにして酸化膜を介在させて接合した感圧ペレットと基台との接合体はそのままでも高い気密性を示し、かなり強い接着強度を示すが、更にこれを 200°C 以上の温度で加熱処理することによつて、上記接合強度を大幅に増大させることが可能となる。即ち、本発明者等の実験によれば、前記接合体の接合面に 5 kg/cm^2 程度の圧力を加えるだけで上記接合体は剥離するが、上記接合体を 200°C で約1時間加熱処理したのちには、 15 kg/cm^2 以上の圧力を加えても前記接合体の剥離が生じることがなく、その反面、接合面以外の部位で素子の破壊が生じることが見出された。このことは、一般にガラスまたは酸化膜の表面に形成されるシラノール基(Si-OH)は 200°C で脱水縮合することが知られており、このことを考慮すれば、上記結合度の増大は酸化膜または自然酸化膜の表面のシラノール基の脱水縮合により(Si-OSi)の結合が形成されて結合強度が増加するものと考えられる。

次に具体的な本発明に係る半導体圧力変換器について説明する。感圧ペレットは従来公知の技術をそのまま利用して製作することができる。例えば両面研磨したn型の[111]シリコン基板を用意し、p型の抵抗層を拡散法によつて形成する。

しかるのち、この基板に蒸着したアルミニウムをフォトリソグラフィ技術を用いてパターンニングし、上記p型抵抗層を起歪抵抗ゲージとするブリッジ回路を形成する。そして、PSGの保護膜を形成したのち、肉薄ダイヤフラム面をエッチング法により形成する。これによつて、直径 8 mm 、厚さ $150\mu\text{m}$ の肉薄ダイヤフラム面を有する $10\times 10\text{ mm}$ 、厚さ $400\mu\text{m}$ の感圧ペレットを作成する。尚、この感圧ペレットの感度は、最大圧力 4 kg/cm^2 に設定されている。またその接合面に設ける酸化膜は例えばそのウエハーに予め熱酸化等により形成しておけば、製造工程上都合がよい。

一方、基台としては、外径 14 mm φ、内径 4 mm φ、厚さ 3 mm のシリコン円板を機械加工して作成し、その接着すべき面を鏡面研磨する。この円板を酸素雰囲気中で 1200°C で加熱し、 $0.50\mu\text{m}$ の酸化膜を表面に形成する。このようにして得られた前記感圧ペレットと基台とをトリクレン煮沸、アセトン超音波洗浄後、水洗することで熱酸化膜表面にOH基を導入し、アセトン置換、フロン乾燥の工程で鏡面表面を清浄化した。クリーンルーム中でそれらの接合面を相互に接触させ、軽く圧迫して接合させた。この接合は強固なものであり、OH基同士による水素結合によるものと思われる。このようにOH基を導入することで、加圧を要せず、接着層を溶融するような高温加熱を要しないで良好な接合を実現できる。しかる後、この接合体をオープンに入れて 200°C で約30分加熱した。尚、この加熱中にいくつかの試料には 5 kg の加重を加えたが、この加重の有無による接合力等の本質的な差異は検出できなかった。この加熱により前述の水素結合は、 Si-O-Si 結合に変わり、接合がより強固になる。なおこの加熱処理は残留応力の発生を抑える。熱酸化膜の成温度以下、例えば 1200°C 未満にする必要がある。これを越えてしまうと残留応力の発生の原因となり、また接着層が溶融してしまい、本発明の接合機構が実現されなくなる。

このようにして得られた半導体圧力変換器の圧力零における残留抵抗の温度変化、真空リークの有無、および素子破壊圧力を調べたところ、いずれも目的とする仕様を満足していることが確認された。即ち、残留抵抗の温度変化は $-30^\circ\text{C}\sim +100^\circ\text{C}$ の範囲で2%以内であり、真空度 10^{-7} Torr

以下であつてもリークがなく、破壊圧力が $10\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上であることが確認された。また上記半導体圧力変換器を油圧容器に入れ、 $140\text{kg}/\text{cm}^2$ の静圧を印加し、常圧の場合との抵抗ブリッジの平衡点の差異を調べたが、0.01%程度であつて事実上問題とならなかった。

一方、自然酸化膜を介在させた接合の例として上記したものと同じ感圧ベレットを用い、基台として上記したものと同様に機械加工、研磨したシリコン基板を王水中で1時間煮沸し、その後水洗、乾燥し、その表面が水によくぬれて自然酸化膜が形成されたと判断されるもの形成し、これらを清浄な環境下で接触させた。この場合にも、かなり強固な接合体を得ることができた。また、この接合体を電気炉内で 400°C 、10分間加熱し、その接合強度を増大させた。このようにして得られ

た半導体圧力変換器も、ブリッジ平衡点の温度変化、静圧変化等が極めて僅かであり、圧力センサとして十分な特性を示すことが確認された。

尚、本発明は上記実施例に限定されるものではない。即ち、酸化膜の形成法は従来周知の技術を適宜用いることができ、その膜厚も仕様に依りて定めればよい。また上記膜厚は $5\mu\text{m}$ 以下とすればよく、実用上 $0.6\mu\text{m}$ 程度が好ましい。要するに本発明はその要旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。

図面の簡単な説明

図は半導体圧力変換器の基本構成を示す図である。

1……半導体結晶板、2……肉薄ダイヤフラム面、3……起歪抵抗ゲージ、5……電極配線、6……基台。

